ایران عرضه
فروشگاه کالاهای دانلودی
IRANARZE.IR

خلاصه و نکات مهم

تولید سرامیک به روش پرس پودر پایه یازدهم

کد ۲۱۱۵۰۹

توضیحات:

- حیطه عمومی
- خلاصه + نکات مهم
- با قابلیت پرینت

برای دانلود رایگان جدیدترین سوالات استخدامی هنرآموز سرامیک، اینجا بزنید

همچنین جهت مشاهده آخرین اخبار استخدامی آموزش و پرورش، اینجا بزنید

« انتشار یا استفاده غیر تجاری از این فایل، بدون حذف لوگوی ایران عرضه، مجاز می باشد »

@iranarze

@iranarze

فهرست مطالب (برای مراجعه به هر بخش، روی آن بزنید)

❖ فصل اول: خلاصه تولید سرامیک به روش پرس پودر پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۹ – صفحه ۳

❖ فصل دوم: نکات مهم تولید سرامیک به روش پرس پودر پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۹ – صفحه ۳۴

ایران عرضه
IRANARZE.IR
فروشگاه کالاهای دانلودی

❖ فصل اول: خلاصه تولید سرامیک به روش پرس پودر پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۹

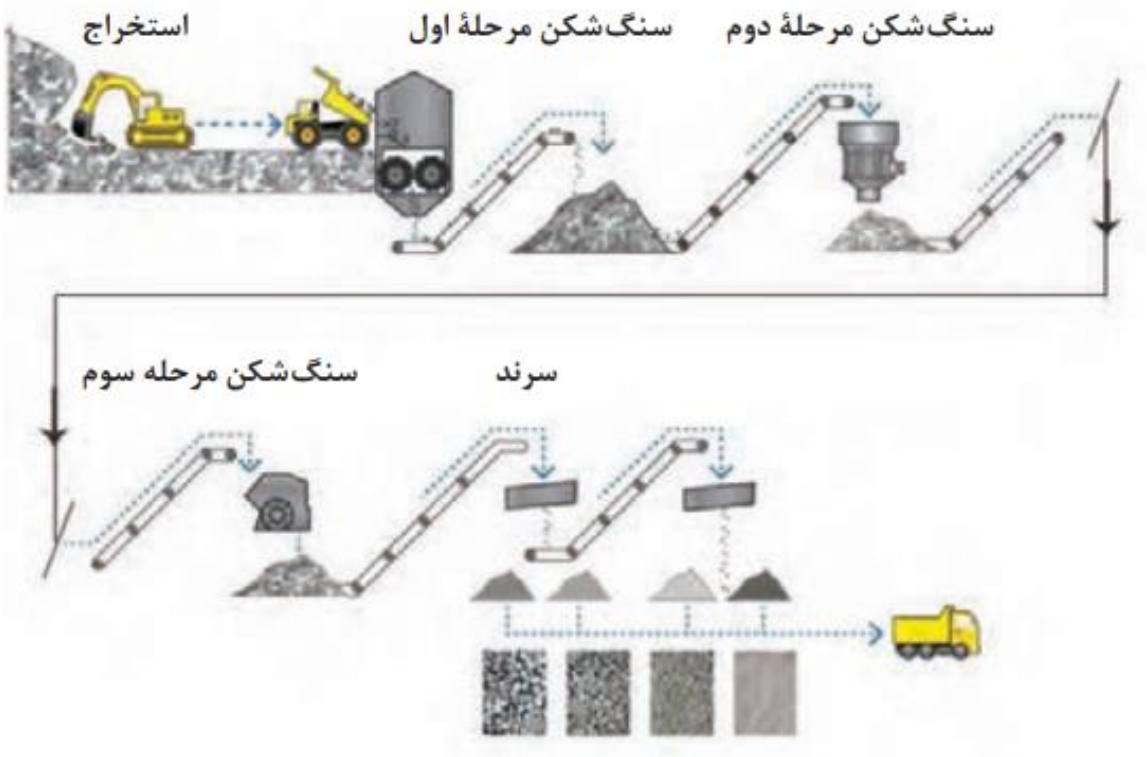
پودمان ۱: خردایش

ویژگی های ابعادی مواد اولیه تاثیر بسیار زیادی بر خواص نهایی بدنه های سرامیکی دارند. قبل از شروع تمامی فرایندهای ساخت بدنه های سرامیکی لازم است مواد اولیه مصرفی آماده شوند. اولین مرحله در آماده سازی مواد اولیه، تبدیل سنگها و کلوخه های بزرگ به ابعاد کوچکتر و مناسب برای ورود به مراحل بعدی فرایند تولید یا فرآوری است.

خردایش

بسیاری از مواد اولیه مورد نیاز برای تولید محصولات سرامیکی به صورت کلوخه یا قطعه سنگ های بزرگ در طبیعت وجود دارند.

مواد معدنی استخراج شده پیش از ورود به فرایند تولید به فراوری نیاز دارند. هدف از فرآوری آماده سازی مواد اولیه برای مصرف در واحد تولیدی است. اولین مرحله در آماده سازی مواد اولیه خردایش سنگها و کلوخه های بزرگ است. در فرایند خردایش، ابعاد قطعات بزرگ تا حد امکان کاهش میابد تا بتواند وارد مراحل بعدی فرآوری و آماده سازی مواد مانند آسیاب، شست وشو و تغلیظ شود.



نیروهای موثر در خردایش

برای شکسته شدن یک سنگ باید به آن تنش وارد شود یعنی به سطح آن نیرویی وارد شود تا شکسته شود. فرایندی که با ایجاد ترک و شکستگی در سنگ ها، آنها را به ابعاد کوچکتر تبدیل می کند خردایش و دستگاهی که عملیات خرد کردن سنگ ها را انجام می دهد سنگ شکن نامیده می شود.

تجهیزات متنوعی برای خردایش مواد در صنعت وجود دارد. این تجهیزات بیشتر با اعمال ضربه، فشار یا سایش، به صورت تکی یا ادغام با یکدیگر، موجب خرد شدن و ریزتر شدن سنگ ها می شوند.

کلوخه ها و سنگهای استخراجی به طور طبیعی میتوانند دارای محدوده ابعاد گسترده باشند.

فرایند کاهش ابعاد سنگها به دو دسته کلی خردایش (سنگ شکنی) و آسیاب کردن (نرم کردن) مواد تقسیم میشود.

خردایش (سنگ شکنی)

در مورد ذرات با ابعاد درشت به کار میرود.

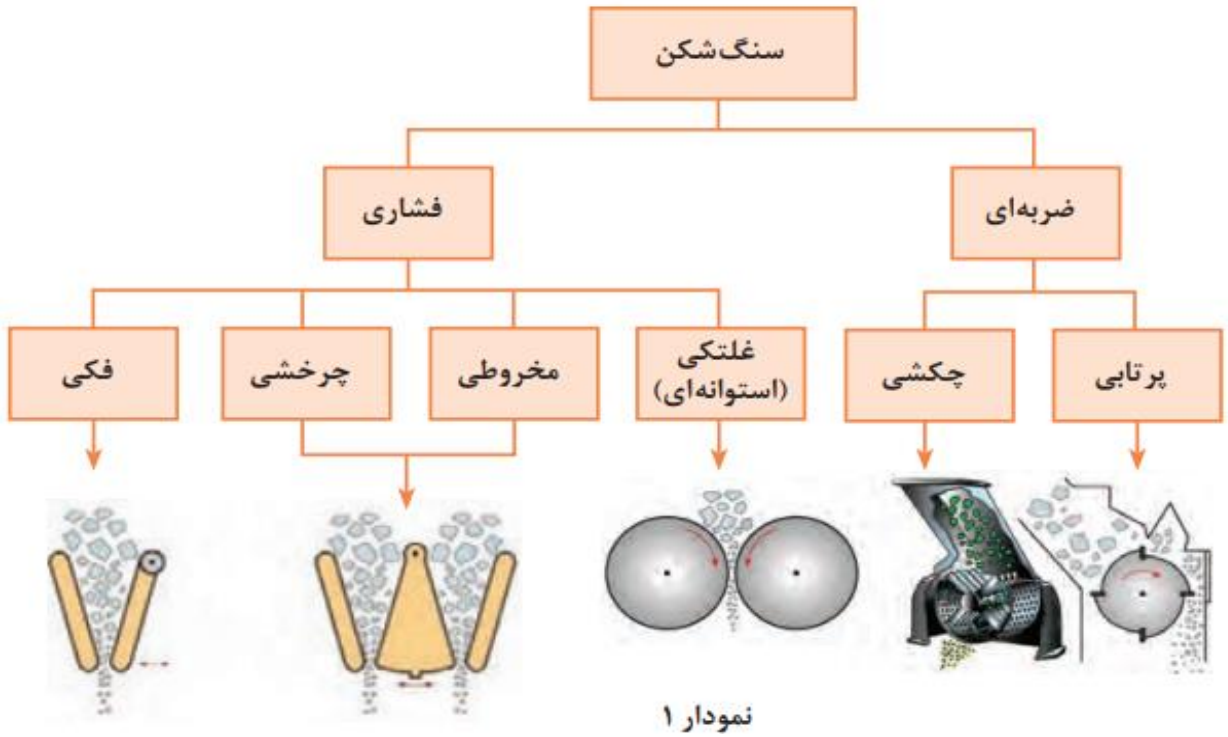
هدف از آن تبدیل سنگ با ابعاد تقریبی چند صد سانتی متر به چند سانتی متر یا چند میلی متر است.

معمولا تبدیل سنگ از ابعاد چند صد سانتی متری به ابعاد میلی متری در سه مرحله انجام می شود:

- سنگ شکنی مرحله اول
- سنگ شکنی مرحله دوم
- سنگ شکنی مرحله سوم

در برخی از مواد اولیه مانند فلدسپات و سیلیس تمام مراحل خردایش انجام میشود و در مورد برخی مواد مانند کلوخه های کائولن تمامی مراحل انجام نمیشود.

عملکرد سنگ شکنها براساس نوع نیروی اعمالی عبارت است از:



نمودار ۱

انواع سنگ شکن

۱ـ سنگ شکن فکی

سنگ شکن فکی یکی از رایج ترین سنگ شکن هاست که به عنوان سنگ شکن مقدماتی برای مرحله اول خردایش به کار گرفته میشود. سنگ شکن های فکی از دو فک تشکیل شده اند که معمولا یکی از آنها ثابت و دیگری متحرک است. در برخی از این نوع سنگ شکن ها هر دو فک متحرک است. فاصله بین دو فک در قسمت فوقانی دستگاه دهانه و در بخش تحتانی "گلوگاه" نامیده می شود.

فک متحرک معمولا حرکت نوسانی دارد و به فک ثابت، دور و نزدیک میشود.

سنگ در اثر این عمل خرد میشود و به قسمت پایین دستگاه، که فاصله فکها کمتر است، منتقل میشود. در این قسمت نیز عمل خرد شدن ادامه مییابد تا سنگ به صورت خرده سنگ از گلوگاه خارج شود.

حرکت فک متحرک به روشهای مختلفی از طریق یک شافت خارج از مرکز، که توسط تسمه و پولی به موتور وصل شده است، ایجاد میشود.

برای به حرکت درآوردن فک متحرک از دو سیستم اصلی "بازوی ساده" و "بازوی مضاعف" استفاده میشود. برای ایجاد حرکت یکنواخت تر فک متحرک، از چرخ طیار استفاده میکنند.

این حرکت ممکن است یک حرکت ساده نوسانی حول یک محور ثابت یا حرکتهای پیچیده تر باشد. فک متحرک با فک ثابت زاویه جاده ای میسازد که فاصله بین آنها در حین کار دستگاه کم و زیاد میشود.

فکها در سنگ شکن فکی از لایه تشکیل میشوند که لایه‌لایه فوقانی (زره) از جنس فولاد سخت بوده و در صورت فرسایش، با صفحه ای جدید تعویض میشود. این کار معمولا توسط کاربر (اپراتور) سنگ شکن با خاموش کردن دستگاه و باز کردن پیچ های اتصال بین دو لایه انجام میپذیرد.

۲ سنگ شکن چرخشی:

سنگ شکن نوع چرخشی یا ژیراتوری نیز مانند نوع فکی برای مرحله اول خردایش به کار میرود. این نوع سنگ شکن معمولا از یک بدنه ثابت مخروطی شکل (جام)و یک هسته میانی تشکیل شده است.

هسته میانی نیز مخروطی شکل بوده که درون مخروط ثابت بیرونی معلق است و حرکت چرخشی دارد و از لحاظ عملکرد در مجموع مانند سنگ شکن فکی با اعمال فشار بر سنگ عمل می کند.

در این نوع سنگ شکن مخروط مرکزی، حول محوری زاویه دار نسبت به خط عمود می چرخد. در حین چرخش، در یک طرف با نزدیک شدن به مخروط بیرونی موجب اعمال فشار و خردایش سنگ در فاصله بین بدنه ثابت و هسته متحرک می شود و هم زمان در قسمت مقابل، با دور شدن از مخروط بیرونی، فاصله بین بدنه ثابت و هسته متحرک زیاد میشود و مواد در آن قسمت به تدریج به قسمت پایین تر حرکت می کنند بدین ترتیب عمل سنگ شکنی به طور دائم انجام می گیرد.

۳_ سنگ شکن مخروطی

از این نوع سنگ شکن برای مرحله دوم خردایش استفاده میشود که به نام "هیدروکن" نیز معروف است و تا حدودی مشابه سنگ شکن نوع چرخشی است.

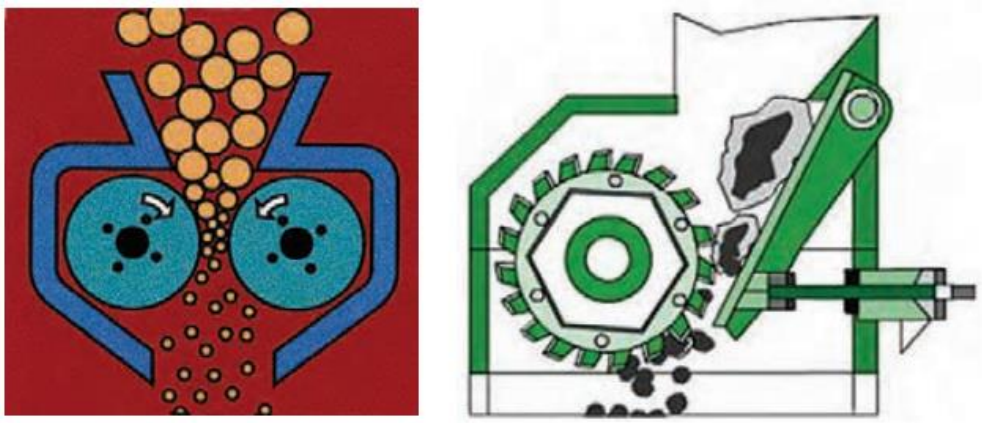
ویژگی های سنگ شکن مخروطی در مقایسه با چرخشی (ژیراتوری)

با ریختن سنگ به داخل سنگ شکن از قسمت بالا، سنگ بین مخروطی و دیواره فشرده شده و از قسمت پایین خارج میشود. سنگهای ورودی بین مخروطی ثابت و چرخان قرار می گیرند.

دهانه خروجی از طریق بالا و پایین کردن مخروطی ثابت قابل تنظیم است که امکان خرد کردن را در اندازه های مختلف فراهم می کند.

۴_ سنگ شکن استوانه ای

در شکل زیر سنگ شکن استوانه ای (غلتکی) نشان داده شده است. عملیات خردایش در این نوع سنگ شکن به کمک یک یا دو استوانه سنگین با سطح صاف یا آجدار صورت میگیرد.



الف) تک غلتکی ب) دوغلتکی

عوامل مؤثر در فرایند خردایش با سنگ شکن غلتکی عبارتند از:

نکته: حرکت چرخشی استوانه های روبه رو با سرعت چرخشی مساوی یا نزدیک به هم بوده و فاصله بین استوانه ها قابل تنظیم است.

۵ـ سنگ شکن های پرتابی:

این نوع سنگ شکن با اعمال ضربه منجر به شکست و خرد شدن سنگ میشود. سنگ شکن پرتابی از یک روتور دارای تعدادی پره تشکیل شده است که با سرعت بالا می چرخد. نقش پره ها پرتاب کردن قطعات ورودی (سنگ و مواد معدنی) به طرف جداره داخلی سنگ شکن است. بر روی جداره داخلی سنگ شکن تعدادی صفحه با لایه زرهی از جنس آلیاژهای ضد سایش وجود دارد که نقش آنها به عنوان مانع بوده و باعث خرد شدن قطعات پرتابی در اثر برخورد شدید با آنها میشود.

سنگ شکن پرتابی در دو نوع با محور (شافت) افقی یا عمودی وجود دارد.

سنگ شکن چکشی

این نوع سنگ شکن نیز با اعمال ضربه منجر به شکست و خرد شدن سنگ می شود. این سنگ شکن از یک روتور، که دارای تعدادی چکش است، تشکیل شده که با سرعت بالا می چرخد. نقش چکش ها ضربه زدن به سنگ ها یا مواد معدنی و خرد کردن آنهاست.

انواع سنگ شکنها وظیفه یکسانی دارند، ولی با توجه به شرایط نوع خاصی از سنگ شکن انتخاب میشود. عوامل مؤثر در انتخاب نوع سنگ شکن عبارتند از:

انتخاب نوع سنگ شکن با توجه به سختی مواد:

ـ سنگ سخت: از سنگ شکن با دور کم مانند فکی و چرخشی، که در آنها عامل فشار باعث خرد شدن است، استفاده می شود.

ـ سنگ نیمه سخت: معمولا از سنگ شکن ضربه ای و چکشی استفاده می شود.

خردایش مرحلهٔ اول: تبدیل ذرات حجیم به ابعاد تقریباً بیشتر از ۸۰ میلی‌متر:
- سنگ شکن چرخشی (خروجی ۸۰ تا ۲۲۰ میلی‌متر)
- سنگ‌شکن فکی (خروجی ۸۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر)

خردایش مرحلهٔ دوم: کاهش ابعاد تا حدود ۳۰ تا ۶۰ میلی‌متر:
- سنگ‌شکن چکشی
- سنگ‌شکن مخروطی

خردایش مرحلهٔ سوم: کاهش ابعاد تا کوچک‌تر از ۲۰ میلی‌متر:
- سنگ‌شکن مخروطی
- سنگ‌شکن ضربه‌ای
- سنگ‌شکن غلتکی: تبدیل ذرات کمی بزرگ‌تر به حداکثر ذرات یک میلی‌متری

نکته: در خردایش مرحله اول درصورت نرم بودن سنگها، گاهی سنگ شکن ضربه ای نیز استفاده میشود.

پودمان ۲

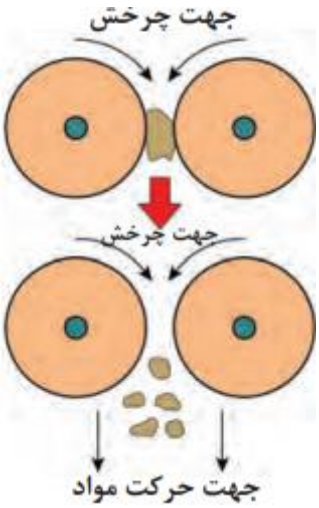
آسیاب کردن

امروزه در صنعت تنها با خردایش به روش سنگ شکنی، نمیتوان به دانه بندی مطلوب دست یافت. بنابراین لازم است برای تکمیل فرایند ریزکردن مواد اولیه سرامیکی از آسیاب کردن بهره جست. در گذشته های دور آسیاب کردن مواد به وسیله ابزار ساده اولیه انجام میپذیرفت، ولی امروزه از آسیابهای صنعتی متنوعی استفاده میشود.

آسیاب کردن مواد اولیه چه اهمیتی دارد؟

آسیاب کردن برای دستیابی به ذراتی با اندازه های میکرونی و همچنین برای موادی که در مراحل بعدی تولید یا فروش باید ابعاد ریز داشته باشند انجام می پذیرد در این فرایند، ذرات در بین دو سطح ساینده قرار گرفته و ریز می شوند.

عمل ریز کردن مواد در دستگاه هایی به نام "آسیاب" انجام می شود. محصول به دست آمده از سنگ شکن ها، پس از کنترل دانه بندی توسط سرندها، به آسیاب ها وارد و تا حد مطلوب ریز می شود.



آسیابها چه ماشینهایی هستند؟

آسیابها تجهیزاتی هستند که وظیفه ریزکردن مواد را برعهده دارند. آسیابها با کمک یک یا ترکیبی از نیروهای نشان داده شده در نمودار زیر، موجب سایش و ریز شدن مواد میشوند.

آسیابها انواع مختلفی دارند که تعدادی از آنها در شکل زیر نشان داده شده است.

الف) آسیاب غلتکی

ب) آسیاب لرزشی

پ) آسیاب چکشی

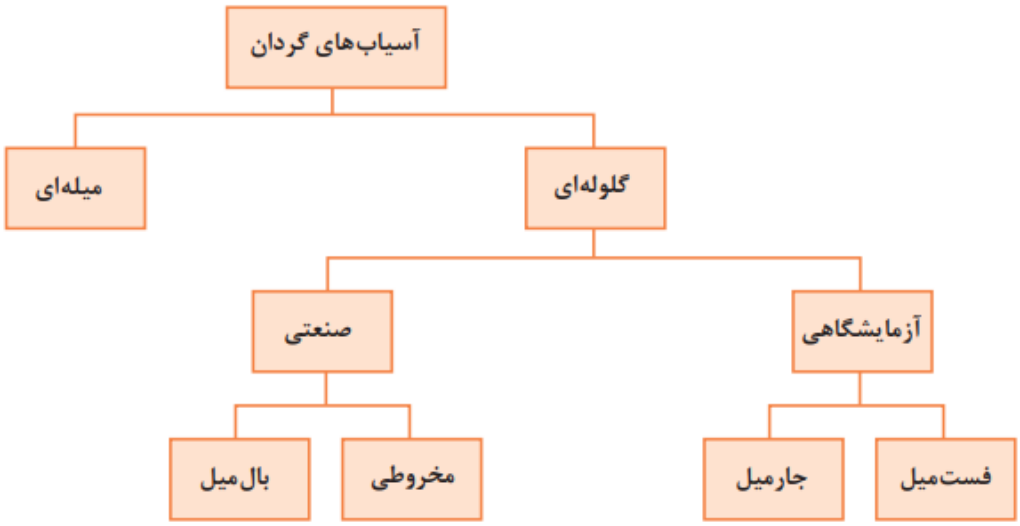
ت) آسیاب گردان

ث) آسیاب بشقابی

ج) هاون

آسیاب های گردان

آسیاب هایی که به شکل استوانه یا مخروط ناقص حول محور افقی می چرخند آسیاب گردان نام دارند. در صنایع سرامیک، از این آسیاب ها برای ریز کردن مواد سخت و نیمه سخت استفاده می شود. همچنین از آسیاب های گردان در کارخانه های تولید مواد شیمیایی، فرآوری مواد معدنی، هسته ای و صنایع متالورژی استفاده می شود. ذرات مواد در اثر گردش استوانه و عملکرد عوامل موثر بر آسیاب کردن، به کمک اجزای خرد کننده (گلوله ها) و پوشش داخلی آسیاب ریز می شوند.



آسیاب گلوله ای (بال میل)

آسیاب گلوله ای (بالمیل) از یک استوانه تشکیل شده است که در برخی موارد طول آن تقریبا برابر قطرش است. داخل آنها گلوله هایی کروی وجود دارد که وظیفه آنها ساییدن ذرات مواد است. گلوله هایی که در آسیاب ها به کار می روند از مواد مقاوم در برابر سایش انتخاب می شوند.

بال میل پیوسته

مواد اولیه در بال میل های پیوسته به طور مداوم از یک سمت وارد بال میل شده و پس از ساییده شدن از طرف دیگر بال میل خارج می شوند. به همین علت نیازی به متوقف کردن بال میل برای بارگیری و تخلیه کردن آن نیست.

بال میل مخروطی برای بارگیری گلوله ها متوقف نمیشود و گلوله ها همراه مواد اولیه بارگیری می شوند.

در بال میل های طویل ۸۵ درصد از سایش مواد در ۵/۱ متر اول از طول آنها انجام می شود درحالی که در طول باقی مانده فقط ۱۵ درصد سایش انجام میشود و این امر به دلیل آن است که در مرحله اول، اثر اصطکاک بر روی سنگ ها بیشتر است.

بال میل ناپیوسته

نحوه عملکرد بال میل های ناپیوسته به این صورت است که مواد اولیه را به همراه گلوله ها به صورت یک جا و به میزان ظرفیت بال میل درون آن بارگیری می کنند و تا زمان معینی تحت سایش قرار می دهند؛ سپس بال میل را متوقف می کنند و مواد ساییده شده تخلیه می شوند.

ساختمان آسیاب گلوله ای

به جداره خارجی بالمیل «بدنه» گفته میشود. بدنه از ورق فولادی به ضخامت ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر تشکیل شده است که به روش نورد کردن به شکل استوانه درمیآید و بر روی اسکلتی فولادی به نام «شاسی» نصب میشود.

پوشش داخلی آسیاب ها (آستر) از چیست و چه نقشی در عملکرد بال میل دارد؟

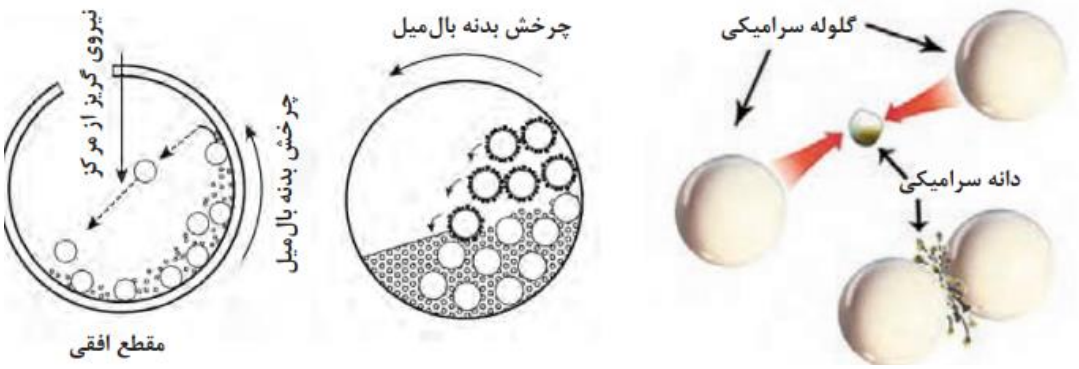
جداره داخلی آسیابها در معرض فرسایش شدید ناشی از اصطکاک و ضربه میان مواد خردکننده و خردشونده قرار دارد. در نتیجه لازم است سطح داخلی آسیابهای گردان با یک پوشش از جنس سخت و مقاوم در برابر سایش، فشار و ضربه محافظت شود.

پوشش داخلی این آسیابها از جنس فلینت، آلومینا، چینی سخت، سایلکس (نوعی سنگ سیلیسی است) یا لاستیک ضدسایش است. به استثنای آسیاب هایی که پوشش داخلی آنها از لاستیک است، بهتر است جنس گلوله ها با پوشش داخلی یکسان باشد تا جداره داخلی و گلوله ها کمتر دچار سایش شوند.

انواع گلوله

گلوله هایی که در داخل آسیاب قرار دارند ذرات مواد را دربرگرفته و آنها را ریز می کنند. در آسیاب های گلوله ای از گلوله هایی از جنس فلینت، چینی سخت، آلومینا، در اندازه های مختلف استفاده می شود. در برخی از صنایع مانند سیمان، از گلوله های آهنی یا فولادی یا میله های فولادی با مقاطع دایره ای یا مربع نیز استفاده میشود.

گلوله ها در نتیجه حرکت دورانی آسیاب و نیروی گریز از مرکز، همراه جداره بالا می روند. سپس بر اثر غلبه نیروی وزن بر نیروی گریز از مرکز سقوط کرده و موجب ریزتر شدن ذرات می شوند.



سیستم تامین و انتقال نیرو

گشتاور لازم برای دوران بال میل توسط یک موتور الکتریکی یا یک موتور دیزل تامین می شود. موتور الکتریکی بال میل را به کمک سیستم انتقال نیروی چرخ دنده ای یا تسمه ای به حرکت درمی آورد.

سرعت چرخش آسیاب

سرعت دوران آسیاب، بر عمل ریز کردن و همچنین مصرف انرژی تأثیر مستقیم دارد. سرعت چرخش آسیاب باید به گونه ای باشد که در آن گلوله ها بتوانند مقداری بالا رفته و سپس در اثر نیروی جاذبه مجددا به سمت پایین روی یکدیگر بغلتند یا سقوط کنند.

اگر سرعت دورانی آسیاب از یک حدی بیشتر شود، گلوله ها تحت تاثیر نیروی گریز از مرکز، به جداره داخلی آسیاب می چسبند و عمل ریز کردن متوقف خواهد شد که به این سرعت، سرعت بحرانی گفته می شود. اگر سرعت آسیاب از سرعت بحرانی خیلی کمتر انتخاب شود، گلوله ها از ابتدا به طرف پایین سرازیر می شوند و ضربه به حداقل میزان خود می رسد و سایش به تنهایی، مکانیسم غالب خواهد بود. در حالی که در سرعت چرخش نزدیک به بحرانی، ضربه مکانیسم غالب در آسیاب کردن است.

آسیاب کردن مواد در صنعت به دو روش "خشک سابی" و "ترسابی" انجام میشود.

آسیاب کردن به روش خشک یا خشک سابی

در مواردی که مواد آسیاب شونده در آب محلول هستند یا در مواردی که لازم باشد بعد از آسیاب کردن، ذرات مواد خشک شوند، از آسیاب های خشک استفاده می شود. در ریز کردن مواد به روش خشک سابی، مواد خشک مورد سایش قرار می گیرند. این روش دارای مشکلاتی همچون ایجاد گرد وغبار، تفکیک مواد از گلوله ها، ظرفیت کم و مشکل تخلیه آسیاب است در عین حال در مناطقی که با مشکل کم آبی مواجه هستند روش مناسبی است.

آسیاب کردن به روش تر یا ترسابی

مواد در آسیاب کردن به روش ترسابی با حضور یک سیال به شکل دوغاب آسیاب می شوند.

نکته: بال میل ها معمولی ترین آسیاب هایی هستند که در هر دو روش ترسابی و خشک سابی استفاده میشوند.

در آسیاب هایی که به روش تر کار می کنند، مقدار آب قابل توجهی مورد نیاز است. بدیهی است هر قدر ذرات ورودی درشت تر باشند، مقدار آب لازم کمتر خواهد بود. نقش اصلی آب، سیال کردن جریان مواد است. در نتیجه هرقدر ذرات ریزتر باشند، مقدار آب بیشتری مورد نیاز خواهد بود تا مواد بتوانند راحت تر جریان پیدا کنند.

درصد جامد در دوغاب به صورت حجمی یا وزنی بیان میشود. برای مثال درصد جامد در بار آسیابهای تر ۵۰ تا ۸۰ درصد حجمی است و از معادله زیر محاسبه میشود:

$$X = \frac{\rho_2(\rho_1 - 1)}{\rho_1(\rho_2 - 1)} \times 100$$

مثال:

اگر چگالی ماده‌ای $۲/۶g/cm^۳$ و چگالی دوغاب $۱/۵g/cm^۳$ باشد، درصد جامد را در دوغاب حساب کنید.

$$X=\frac{۲/۶(۱/۵-۱)}{۱/۵(۲/۶-۱)}\times ۱۰۰=\frac{۱/۳}{۲/۴}\times ۱۰۰=۵۴/۱۶٪$$

مزایای آسیاب کردن به روش تر (ترسابی) در مقایسه با روش خشک (خشک سابی) عبارتند از:

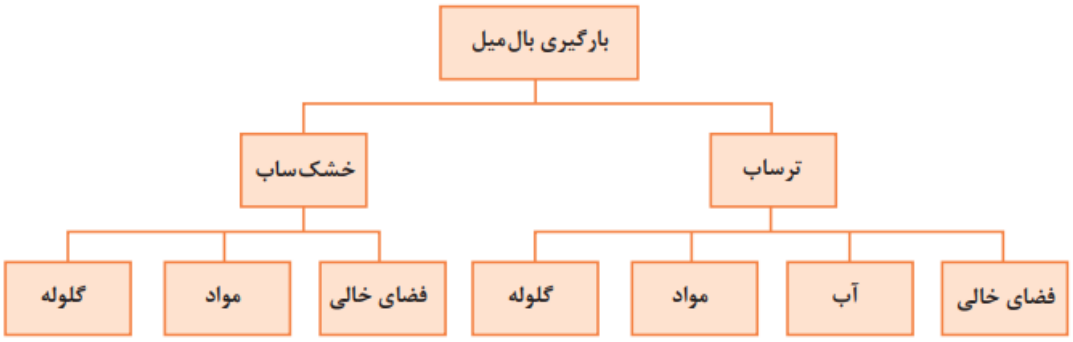
حجم داخلی بال میل و جارمیل

همانطور که گفته شد شکل هندسی جارمیل و بالمیل استوانه است. با داشتن ابعاد داخلی استوانه، حجم آن محاسبه میشود. با داشتن سطح قاعده استوانه و ارتفاع داخلی آن میتوان حجم را محاسبه کرد. واحد حجم را میتوان برحسب لیتر، سانتیمترمکعب، دسیمترمکعب یا مترمکعب انتخاب کرد. برای محاسبه حجم ک استوانه از رابطه زیر استفاده میشود.

$$V = \pi r^۲ h$$

مفهوم بارگیری بال میل و جارمیل

بارگیری بال میل و جارمیل مجموعه اقداماتی است که منجر به پر کردن مواد و راه اندازی بال میل یا جارمیل می شود. این عملیات شامل توزین مواد، گلوله ها، آب و روان ساز و ریختن آن داخل آسیاب است. پس از ریختن مواد در داخل آسیاب، نوبت به بستن در آن و آماده سازی آسیاب برای روشن کردن است.



روش تئوری

حجم داخلی بال میل را محاسبه و به نسبت مساوی بین اجزا تقسیم کنید. یعنی در حالت خشکساب، حجم داخلی تقسیم بر سه و در حالت ترساب، حجم داخلی تقسیم بر چهار میشود. با داشتن حجم هر یک از اجز و با استفاده از رابطه چگالی $(\rho = \frac{m}{v})$ مقدار هر یک از اجزا محاسبه میشود.

روش کاربردی

در این روش با کسب اطلاعاتی از بال میل از قبیل حجم داخلی، جنس آستر و گلوله ها، چگالی مواد، چگالی دوغاب و ضریب کارایی بال میل به محاسبه و اختصاص فضای هر یک از اجزا پرداخته می شود در این روش فضای اشغال شده توسط گلوله ها، آستر و مواد به شدت تحت تأثیر جنس و چگالی آنهاست.

بنابراین در صنعت، برای بال میل های مختلف و شرایط متفاوت، محاسبات، میزان گلوله و مواد قابل بارگیری متفاوت خواهد بود.

برای نمونه، بال میلی با گلوله های آلومینایی و در چهار اندازه را در نظر می گیرند و محاسبات انجام می شود فرض بر این است که گلوله ها ۳۳ درصد، مواد اولیه ۲۲ درصد و آب ۲۰ درصد حجم داخلی بال میل را اشغال کنند.

نکته: گلوله ها ۵۵ درصد حجم ظاهری را پر میکنند که از این حجم ۶۰ درصد حجم واقعی گلوله و ۴۰ درصد فضای خالی بین گلوله هاست که توسط مواد اشغال میشود. بخشی از آب نیز به فضای خالی بین مواد وارد میشود و آب باقیمانده روی مواد را خواهد گرفت که مجموع فضای پر شده توسط این سه جزء حدود ۷۰-۷۵ درصد حجم داخلی بال میل خواهد شد که به آن ضریب پر شوندگی یا ضریب کاری بال میل گفته میشود.

نکته : درحالتی که خاکها، تر باشند، لازم است قبل از توزین آنها، رطوبت مواد محاسبه شود تا ضمن به دست آمدن مقدار دقیق خاک موردنیاز، میزان رطوبت همراه هر ماده، از میزان آب محاسبه شده کم شود. ۲ بر مبنای خاک خشک روان ساز موردنیاز، محاسبه و در بال میل اضافه میشود.

نکات زیست محیطی: در صنعت سرامیک آلاینده های مختلفی مانند گرد وغبار، پساب، سروصدا و دود وجود دارد که سلامت کارکنان، شهروندان و محیط زیست را به مخاطره میاندازند و باید در طراحی خط تولید و چیدمان کارخانه های این صنعت، موردتوجه ویژه قرار گیرند. در مناطقی که مشکل کمبود آب وجود ندارد، روش ترسابی را ترجیح میدهند و برای مناطق خشک

و کم آب، در مواردی که مواد در آب محلول است و باید بعد از ریز کردن مواد آنها را خشک کرد یا در فرایند بعدی تولید به صورت خشک کاربرد دارند، از آسیاب های خشک استفاده کرد. آسیابهای تر، چون با ذرات مرطوب سروکار دارند، گرد و خاک کمتری داشته و برای حفظ سلامتی کارگران مطلوب تر هستند، از طرف دیگر، ظرفیت آنها برحسب واحد حجم یا وزن بیشتر است، ولی هزینه های بعدی افزایش مییابد.

آسیاب های آبی

مسلمانان اولین کسانی بودند که از آسیاب های آبی برای خرد کردن سنگ های معدنی استفاده کردند و سپس کشورهای اروپایی این شیوه را از آنها آموختند. این آسیاب ها با نیروی آب حرکت می کردند و به وسیله چرخ آبی، که به آن متصل بود، به سنگ ضربه وارد می کردند تا آسیاب شوند.

ایرانیان در قرن دهم آسیابهای آبی را برای خرد کردن سنگهای معدنی مانند سنگ طلا به کار میبردند.

پودمان ۳

تعیین رطوبت و دانه بندی

ویژگی های مواد اولیه تأثیر بسیار زیادی بر خواص نهایی بدنه های سرامیکی دارد. قبل از فرایند تولید محصولات سرامیکی لازم است مواد اولیه ورودی کنترل وبررسی شوند. از جمله مواردی که باید درنظر گرفته شود، رطوبت و بررسی خواص ظاهری مانند دانه بندی واندازه ذرات است.

اهمیت رطوبت

الف) بستهٔ سیلیکاژل ب) دسیکاتور

سیلیکاژل دانه های شفاف و متخلخل سیلیسیم دی اکسید است، که معمولا در بسته های چند سانتیمتری، در بسته بندی برخی وسایل برای جلوگیری از تأثیر مخرب رطوبت به کار میرود.

رطوبت در خاک

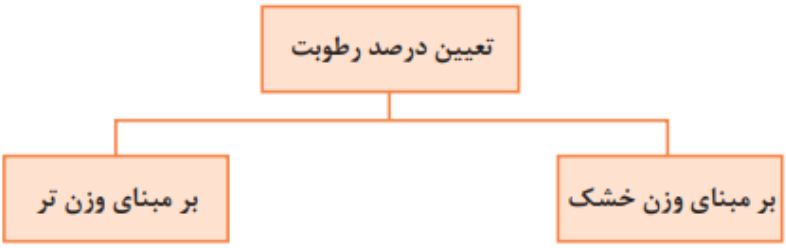
در شکل دهی بیشتر بدنه های سرامیکی، از ترکیب مواد اولیه با آب استفاده می شود. مقدار رطوبت بر اساس روش ساخت میتواند کم یا زیاد باشد. با توجه به اینکه مواد اولیه سرامیکی در فضای باز نگهداری می شوند، ممکن است در روزهای بارانی،

رطوبت گرفته یا رطوبت خود را در روزهای آفتابی، از دست بدهند بنابراین لازم است رطوبت مواد اولیه و آمیز اندازه گیری شود.

اندازه گیری میزان رطوبت

مقدار رطوبت در مواد اولیه و بدنه های سرامیکی اهمیت بسیاری دارد در صنعت، روش ها و تجهیزات متنوعی برای اندازه گیری و کنترل مقدار رطوبت به کار می رود.

مقدار رطوبت بر اساس درصد گزارش می شود و محاسبه آن بر دو مبنای خشک و تر انجام می شود.



اندازه گیری میزان رطوبت مطابق مراحل زیر انجام میشود:

۱ ریختن مقداری از پودر آمیز بر روی فویل آلومینیومی یا بوته سرامیکی از قبل وزن شده (برای سهولت کار و حفظ نمونه) و اندازه گیری وزن تر آن (m_w).

۲ قرار دادن نمونه وزن شده درون خشک کن با دمای۱۱۰ درجه سلسیوس به مدت ۲ ساعت و اندازه گیری وزن خشک آن (m_d).

نکته: قرار دادن نمونه در داخل خشک کن، به منظور رسیدن به وزن ثابت است و مدت زمان آن میتواند متغیر باشد.

۳ محاسبه رطوبت طبق رابطه های زیر انجام میشود:

$$\text{میزان رطوبت بر مبنای وزن خشک (٪)} = \frac{\text{وزن خشک - وزن تر}}{\text{وزن خشک}} \times ۱۰۰ = \frac{m_w - m_d}{m_d} \times ۱۰۰$$

$$\text{میزان رطوبت بر مبنای وزن تر (٪)} = \frac{\text{وزن خشک - وزن تر}}{\text{وزن تر}} \times ۱۰۰ = \frac{m_w - m_d}{m_w} \times ۱۰۰$$

نکته: در آزمون روانسازی از مبنای خشک و در دوغاب سازی از مبنای تر برای محاسبهٔ درصد رطوبت استفاده میشود.

یکی از مزایای مهم شکل دهی به روش پرس پودر، چگالی بالای قطعه است. در روش پرس پودر، به دلیل درصد رطوبت کم نسبت به روش های دیگر مانند اکسترود گل پلاستیک یا ریخته گری دوغابی، قطعه چگالی بالاتری دارد و این امر می تواند در افزایش استحکام خام، خشک و استحکام پس از پخت آن موثر باشد.

تجهیزات اندازه گیری رطوبت

رطوبت سنجی با واکنش گر کلسیم کار باید

از طریق فشار گاز استیلن حاصل از واکنش پودر کلسیم کار باید با رطوبت موجود در خاک، میزان رطوبت مواد را اندازه گیری می کند.

رطوبت سنجی الکتریکی

بر اساس اندازه گیری مقاومت الکتریکی ماده کار می کند هرچه درصد رطوبت بالاتر باشد مقاومت الکتریکی ماده کمتر است.

رطوبت سنجی وزنی

میزان رطوبت را بر اساس وزن کردن همزمان ماده و حرارت دادن آن محاسبه و گزارش می کند.

دانه بندی

پودر یا ماسه از مجموعه ای از دانه ها یا ذرات تشکیل شده است با توجه به نوع مواد اولیه، اندازه هر ذره می تواند از چند نانومتر تا چند میکرومتر یا حتی چند میلی متر تغییر کند.

برای مثال، ذرات مواد رسی مانند کائولن، ابعادی کوچکتر از ۰/۵ میلیمتر دارند که با چشم قابل رؤیت نیستند.

ولی ذرات سیلیس میتواند از چند میکرومتر تا چند میلی متر و حتی بزرگتر نیز وجود داشته باشد.

توزیع اندازه ذرات

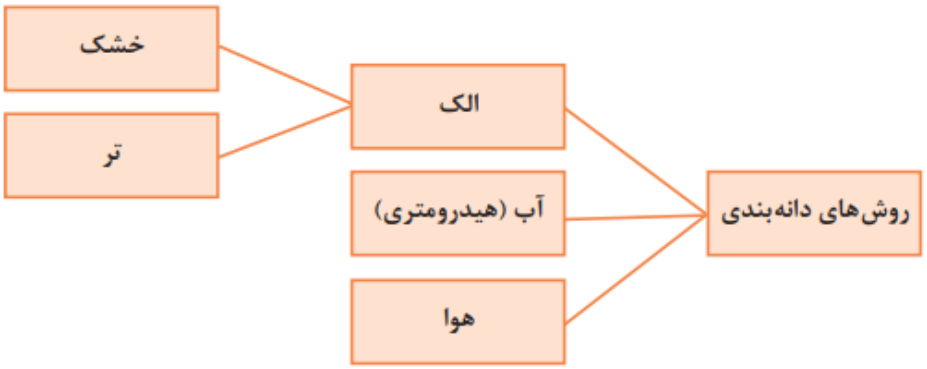
یک پودر معمولا ذراتی با ابعاد و اندازه های متفاوت دارد. به تنوع در اندازه ذرات، از کوچکترین تا بزرگترین ذره ماده، "توزیع اندازه ذرات" یا "گستره دانه بندی" می گویند. هرچه این تنوع بیشتر باشد، توزیع دانه بندی آن ماده اولیه یا پودر گسترده تر است.

آمیز باید قبل از شکل دهی و بعد از مرحله آسیاب کردن، دانه بندی و اندازهٔ ذرات و توزیع آنها تعیین و کنترل شود. اندازهٔ ذرات و توزیع آنها با توجه به روش شکل دهی و کاربرد موردنظر انتخاب میشود. ابعاد ذرات نباید از حد مجاز بزرگتر یا کوچکتر باشد.

نکته: توزیع اندازهٔ ذرات متناسب با روش و تجهیزات شکل دهی به گونه ای تغییر می کند که بتوان به حداکثر تراکم و یکنواختی در قطعه دست یافت.

روشهای دانه بندی

مهمترین و کاربردیترین روشهای دانه بندی را میتوان به صورت زیر خلاصه کرد:



از میان انواع روشهای دانه بندی، روش "الک کردن" به دلیل اهمیت داشتن و متداول بودن، مورد بررسی و مطالعه دقیق تر قرار میگیرد.

دانه بندی با استفاده از الک

استفاده از الک یکی از متداول ترین روش های دانه بندی ذرات است اساس الک کردن، امکان یا عدم امکان عبور ذرات از میان منافذ با اندازه مشخص است که با تکان دادن (به صورت افقی یا عمودی) و حرکت لرزشی الک انجام می شود.

پودر بر روی یک الک یا یک سری از الک ها با روزنه هایی با اندازه معین ریخته می شود. در سری الک ها، الکی که بزرگترین روزنه ها را داشته باشد در قسمت بالایی و الکی که کوچکترین روزنه ها را دارد در قسمت پایین قرار می گیرد. یک زیرالک نیز در زیرسری الک ها (در زیر آخرین الک) برای جمع آوری ریزترین ذرات قرار می گیرد.

نکته: در مقیاس صنعتی حرکت لرزشی الکها با کمک موتور الکتریکی یا مغناطیسی انجام میگیرد که باعث نکته سهولت در عبور مواد و افزایش بازدهی و سرعت میشود که نوع آزمایشگاهی آن نیز کاربرد زیادی دارد. بدین منظور از دستگاه لرزاننده استفاده میشود که به صورت ساده یا دیجیتالی وجود دارد.

نحوه کار با دستگاه لرزاننده

دستگاه لرزاننده الک دارای مدل های متنوعی است. برای کار با دستگاه لرزاننده، بعد از چینش مجموعه الک ها به ترتیب شماره مش یا اندازه روزنه توری، نمونه پودر یا ماسه در بالاترین الک ریخته میشود و پس از گذاشتن در الک و محکم کردن

گیره ها و اتصالات، دستگاه روشن می شود. هدف از قراردادن در الک و محکم کردن اتصالات آن جلوگیری از پاشیدن مواد به بیرون است.

مدت زمان مورد نیاز برای الک کردن، به کمک کلید مربوطه تنظیم می شود. در برخی از نمونه های دستگاه لرزاننده علاوه بر مدت زمان کل کار دستگاه، مدت زمان هر نوبت کاری، شدت کار لرزاننده و سرعت آن نیز قابل تنظیم است.

شماره الک ها

مهمترین موضوع در الکها ابعاد منافذ یا روزنه های الک است. شماره الک ها مطابق با تعداد روزنه ها در هر اینچ خطی مشخص و طبقه بندی میشود که به آن مش الک گفته می شود. مثلا الک مش ۲۰ دارای ۲۰ سوراخ یکسان به صورت خطی در هر اینچ است.

رابطه شماره مش الک با اندازه ذرات

جدایش ذرات در الک ها

ذرات بر اساس محدوده اندازه آنها از یکدیگر جدا می شود. با لرزش الک یا مجموعه الک ها، ذرات بزرگتر از روزنه های الک، روی الک باقی می مانند و ذرات کوچکتر تا رسیدن به الک با سوراخ های کوچکتر، از روزنه های الک ها عبور می کنند.

نکته: به ذراتی که روی الک باقی میماند، ذرات روی الکی یا مانده گفته میشود.

درصد باقیماندهٔ روی الک را به کمک رابطه زیر میتوان محاسبه کرد:

$$\text{درصد ذرات باقی‌ماندهٔ روی الک} = \frac{\text{(وزن ذرات باقی‌ماندهٔ روی الک با اندازهٔ مشخص)}}{\text{(وزن کل مادهٔ اولیهٔ ریخته شده روی الک‌ها)}} \times ۱۰۰$$

درصد ذرات باقی مانده روی هر الک به صورت تجمعی:

این عدد از جمع کردن درصد دانه های باقی مانده روی هر الک با درصد ذرات باقی مانده روی الک های قبلی به دست می آید.

برای به دست آوردن درصد عبوری از هر الک، ابتدا لازم است درصد تجمعی باقیمانده روی هر الک را به دست آورد. درصد تجمعی ذرات عبوری از رابطه زیر به دست میآید: (۷۴)

$$\text{درصد تجمعی عبوری} = ۱۰۰ - \text{درصد تجمعی باقی‌مانده}$$

الک کردن می تواند به صورت خشک یا تر (ذرات معلق در یک سیال) انجام شود.

الک خشک: در روش الک خشک، خاک خشک در بالاترین الک (کوچکترین مش) از مجموعه الک ها قرار داده می شود. با لرزش الک ها و جدا شدن ذرات، درصد مقادیر باقی مانده روی هر الک مشخص و نمودار دانه بندی برای درصد عبوری از هر الک بر حسب اندازه الک رسم می شود.

الک تر: در الک تر ذرات ریز دانه یا دوغاب را روی الک می ریزند و با فشار آب ذرات را از الک عبور می دهند. سپس مواد عبوری و مانده روی الک به صورت مجزا خشک و توزین می شوند. (۷۶)

اغلب برای ذرات درشت‌تر مؤثرتر و سریعتر از ذرات ریز است.	زیرا ذرات ریز (مش بیشتر) تمایل به چسبیدن به یکدیگر داشته و کلوخه‌های آن، منافذ الک را مسدود می‌کند.
برای ذرات با جریان‌یابی زیاد، الک خشک می‌تواند روش معمولی برای دانه‌بندی باشد.	زیرا جریان‌یابی به جابه‌جایی ذرات و عبور آن‌ها از منافذ کمک می‌کند.
برای پودرهای بسیار ریز سودمند است.	زیرا از کلوخه شدن آن جلوگیری می‌کند.
الک تر می‌تواند به عنوان مرحلهٔ کنترل کیفیت در حین فرایند تولید استفاده شود.	زیرا سریع‌تر است.

دانه‌بندی با الک به صورت خشک

دانه‌بندی با الک به صورت تر

ذرات زیرالکی

ریزترین الک که به طور معمول استفاده میشود، الک با مش ۳۲۵ است که دارای منافذ ٤٤ میکرومتری (۰/۰٤٤میلیمتر) است. بنابراین ذراتی که از الک مش ۳۲۵ عبور می کنند، از ٤٤ میکرومتر کوچکتر هستند که به آنها ذرات زیرالکی گفته میشود.

نگهداری و تمیز کردن الک آزمایشگاهی

نگهداری صحیح از الک های آزمایشگاهی باعث افزایش عمر الک ها و همچنین کاهش خطا در نتایج می شود. همیشه بعد از استفاده از الک، بهتر است الک با برس های مخصوص یا فشار باد تمیز شود تا روزنه های آن تمیز و بدون گرفتگی باشد. در صورت عدم رعایت این نکات، عمر الک بسیار کم شده و از دقت و کارایی آن کاسته می شود.

به نکات زیر توجه کنید:

۱ الکهای با مش بالاتر از ۱۰۰ دارای سیمهای نازک بوده و آسیب پذیر هستند. بنابراین نیاز به دقت بالایی در هنگام کار وجود دارد.

۲ در هنگام استفاده از الک های با مش بالاتر مانند ،۳۲۵ استفاده از آب و گاهی برس به عبور ذرات از الک کمک می کند.

۳ دقت کنید الک های آزمایشگاهی با توجه به قدرت توری و قاب، توان تحمل وزن محدودی را دارند؛ برای مثال الک آزمایشگاهی مش ۲۰۰ به علت ظرافت توری، از نظر وزنی تحمل کمتری را در برابر الکی با مش ۱۸ دارد.

٤ در برخی از الکها، قاب و توری الک با کمک چسب به هم متصل شده اند. در این مواقع از قرار دادن الک در داخل خشک کن خودداری شود، زیرا ممکن است سبب جداشدن توری از قاب الک شود.

آزمون ته نشینی (روش آندریازن)

جداسازی و دانه بندی در آزمون ته نشینی یا هیدرومتری توسط مایع انجام میشود. در این روش که برای به دست آوردن توزیع ذرات خیلی ریز، که به کمک الک نمیتوان مقدار آنها را مشخص کرد، به کار میرود، پودر با آب یا مایع دیگر همراه عامل تر کننده مخلوط میشود.

این روش بر این اساس پایه گذاری شده که در یک مایع زمان سقوط ذرات با اندازه های مختلف متفاوت است. همچنین سقوط ذرات در مایعات به عوامل مختلفی مانند چگالی مواد موجود در سوسپانسیون و گرانروی مایع بستگی دارد. بنابراین به کمک روابطی بین ارتفاع سقوط ذرات، کوچکترین قطر ذره بر اساس زمان سقوط آن در مایع محاسبه میشود.

جداسازی با هوا

جداسازی ذرات توسط هوا برای تفکیک ذرات ریز و درشت پودرهای سرامیکی خشک به کار میرود. در این روش از جریان هوا و نیروی گریز ازمرکز استفاده میشود. این روش اغلب برای جداسازی ذرات در محدودهٔ بین ۱ تا ۳۰۰ میکرون به کار گرفته میشود و عملکرد آن بر اساس تفاوت بین نیروی وارده بر ذرات با ابعاد مختلف توسط هواست.

نکته: این روش دانه بندی در صنایع آماده سازی پودرهای معدنی برای دانه بندی ذرات ریز با اندازهٔ دقیق کاربردگسترده ای دارد و گاهی در صنایع سرامیک نیز به عنوان فیلتر برای خارج کردن غبار و ذرات ریز نامطلوب به کار میرود.

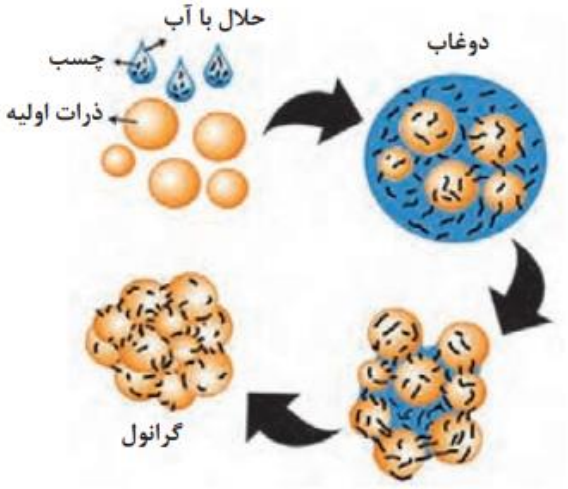
پودمان ۴

گرانول سازی

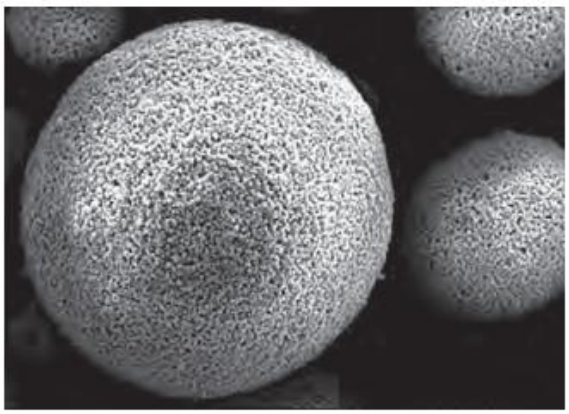
با اتصال ذرات ریز پودر به یکدیگر تحت شرایط کنترل شده و تبدیل آن به گرانول می توان بدنه های پرس شده با خواص مطلوب تولید کرد گرانول ها دارای ویژگی های بسیاری هستند که شامل مواردی نظیر جریان یابی مناسب و ترکیب یکنواخت از آمیز می شود این ویژگی ها باعث کاربرد گسترده آن ها در صنعت سرامیک شده است.

گرانول و گرانول سازی

آگلومره های کروی شکل و دارای تخلخل کم را گرانول و فرایند تولید آن را به صورت کنترل شده گرانول سازی گویند. در تشکیل گرانول ها، معمولا با کاهش کنترل شده میزان رطوبت، ذرات نزدیکتر شده و به یکدیگر میچسبند.



ب) مراحل و چگونگی تشکیل گرانول



الف) یک گرانول کروی‌شکل با قطر حدود ۱۰۰ میکرومتر

آگلومره را میتوان به دو دستهٔ نرم و سخت تقسیم کرد:

۱- نیروی بین ذرات در آگلومره های سخت در مقایسه با آگلومره های نرم قویتر است.

۲- شکستن آگلومره های سخت مشکلتر از نوع نرم است.

۳- وجود آگلومره های سخت در آمیز، مشکلات زیادی در فرایند تولید و ویژگیهای قطعه نهایی ایجاد میکند.

اهداف تهیه گرانول در شکل دهی به روش پرس پودر عبارت اند از:

۱. بهبود جریان یابی مواد

۲. جلوگیری از ایجاد گرد و غبار

۳. تولید ترکیب یکنواخت و جلوگیری از جدایش ذرات مختلف در آمیز

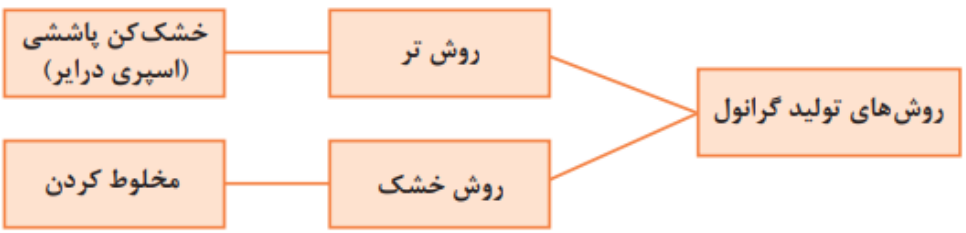
۴. انتقال آسان تر آمیز در لوله ها و مجاری دستگاه های اتوماتیک و نیمه اتوماتیک

۵. تسهیل در خروج هوا از بین ذرات و افزایش تراکم در مرحله پرس

جهت دستیابی به قطعاتی با ویژگیهای مناسب مانند تراکم بالا، گرانول تولید شده باید دارای ویژگیهایی باشد که برخی از این ویژگیها را در شکل زیر ملاحظه میکنید:

روش های تولید گرانول

بر اساس میزان آب مصرفی در فرایند تولید گرانول، روشهای متنوعی در صنعت وجود دارد که آنها را در نمودار زیر ملاحظه می کنید:



گرانولها جهت تولید محصولات متنوع از قبیل کاشی، پرسلان ها، ظروف غذاخوری، تهیه رنگها و لعابها کاربرد دارند.

روش تر (خشک کن پاششی) (اسپری درایر)

گرانول می تواند با کاهش میزان رطوبت قطرات دوغاب یا محلول تولید شود. اسپری درایر نوعی خشک کن است که این فرایند را به واسطه اسپری کردن دوغاب در جریانی از هوای داغ انجام می دهد.

اسپری درایر توانایی تولید گرانولهایی را با اندازه های مختلف و مقدار رطوبت مشخص دارد.

نکته اسپری درایر علاوه بر تولید گرانول های سرامیکی، در تولید پودرهای شوینده، صنایع غذایی و دارویی نیز کاربرد دارد.

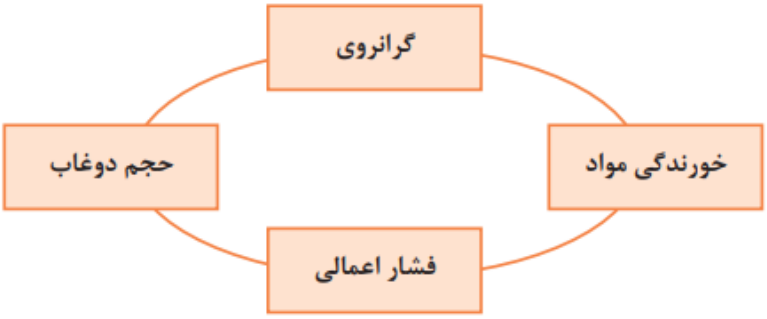
مزایای اسپری درایر (خشک کن پاششی)

این دستگاه مزایای زیادی دارد که در نمودار زیر به آنها اشاره شده است.

اسپری درایرها (خشک کن های پاششی) بر اساس جهت برخورد قطرات دوغاب با هوای داغ به دو نوع همسو و ناهمسو تقسیم میشوند. اسپری درایرها (خشک کنهای پاششی) با جریان ناهمسو در مقایسه با نوع همسو دارای تبخیر سریعتر و کارایی بالاتری هستند.

پمپ

پمپهای مورد استفاده در اسپری درایر (خشک کن پاششی) باید قدرت بالایی داشته باشند. عوامل تأثیرگذار بر روی انتخاب پمپ عبارتند از:



به طور معمول در اسپری درایرها (خشک کنهای پاششی) از پمپ های دیافراگمی و پیستونی استفاده میشود.

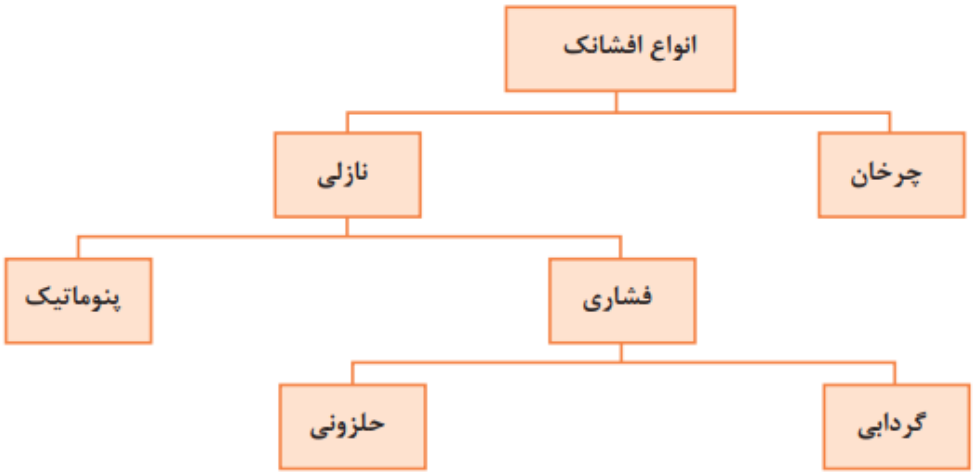
تأمین کننده هوای داغ

دمنده در دستگاه اسپری درایر خشک کن،پاششی هوای داغ تأمین شده توسط مشعل میتواند به صورت مستقیم وارد محفظه شود یا توسط مبدلهای حرارتی به صورت غیر مستقیم جداره محفظه را گرم کند. در صنعت سرامیک هوای داغ با دمای بین ۴۵۰ تا ۸۰۰ درجه هوای داغ سلسیوس به صورت مستقیم تأمین میشود. از مکانیزم تأمین هوای داغ به صورت غیر مستقیم برای مواد حساس به حرارت مانند مواد غذایی دارویی رنگها و دیگر مواد افزودنی استفاده میشود.

افشانک

مجموعه اسپری کننده شامل یک یا چند افشانک است که برای تبدیل دوغاب به قطرات کوچک استفاده می شود.

انواع افشانک به دو دسته کلی چرخان و نازلی تقسیم می شوند. در نوع چرخان، دوغاب از دریچه های یک محفظه در حال چرخش، در اثر نیروی گریز از مرکز به بیرون پخش می شود در حالی که دوغاب در نوع نازلی آن، تحت فشار، از یک روزنه به بیرون پخش می شود.



دوغاب در افشانک های نازلی از نوع فشاری، تحت فشار بالا از روزنه نازل اسپری می شود، در حالی که در افشانک های نوع پنوماتیک، به کمک هوای فشرده اسپری می شود. تأمین فشار بالای دوغاب در افشانک های نوع نازلی با کمک پمپ های بسیار قوی مقدور است که هزینه تعمیر و نگهداری زیادی دارد.

انتخاب نوع افشانک بر اساس خصوصیات دوغاب، خواص گرانول موردنظر، ابعاد و نوع خشککن و میزان انرژی مصرفی صورت میپذیرد.

مزایا و معایب مربوط به انواع افشانکهای چرخان و نازلی به طور کلی به صورت زیر است:

افشانک	مزایا	معایب
چرخان	فشار کم انسداد و گرفتگی کم خوردگی و فرسایش کم مناسب برای دوغاب‌های با گرانروی بالا	توزیع اندازهٔ گرانول گسترده نیاز به محفظهٔ خشک‌کن با قطر زیاد
نازلی	توزیع اندازهٔ گرانول باریک مناسب برای دوغاب‌های با چگالی کم	هزینهٔ تعمیر و نگه‌داری بالا انسداد زیاد نیاز به محفظهٔ خشک‌کن با ارتفاع زیاد

افشانکهای نازلی متداولترین نوع افشانک در اسپری درایر (خشک کن پاششی) است. به طور کلی این افشانکها در مقایسه با افشانک های چرخان، گرانول ریز با توزیع اندازه باریکتر و جریان یابی مناسب تر تولید میکند.

نکته: از افشانکهای نازلی بیشتر در صنعت سرامیک استفاده میشود، در حالی که افشانک های چرخان، در صنعت داروسازی کاربرد بیشتری دارند.

فرایند اسپری کردن، خشک شدن قطرات دوغاب و تبدیل شدن به گرانول در محفظه اسپری درایر (خشک کن پاششی) انجام می شود.

محفظه خشک کن

فرایند اسپری کردن، خشک شدن قطرات دوغاب و تبدیل شدن به گرانول در محفظه اسپری درایر (خشک کن پاششی) انجام میشود.

تعیین قطر و ارتفاع محفظه خشک کن بر اساس دو معیار است:

۱ محفظه باید فضای مناسب را برای تأمین زمان تماس کافی بین قطرات دوغاب و هوای داغ داشته باشد.

۲ تمام قطرات باید قبل از اینکه با سطح محفظه خشک کن تماس یابند، به اندازه کافی خشک شده باشند

نکته: در افشانکهای چرخان، محفظه خشک کن باید قطر بزرگتر و ارتفاع کمتری داشته باشد، درحالی که در افشانک نازلی به شرایطی خلاف این حالت نیاز است.

سیکلون

هوای گرم خارج شده از اسپری درایر (خشک کن پاششی) حاوی برخی از ذرات ریز خشک شده است که باید جدا شوند. برای دستیابی به این هدف از سیستم سیکلون، که نحوه کارکرد آن بر اساس نیروی گریز از مرکز است، استفاده می شود.

بازده کاری سیکلونها به مخلوط ورودی (پودر و هوا) و ابعاد ذرات بستگی دارد و میتواند تا حدود ۹۵ درصد ذرات را از هوا تفکیک کند.

سیستم تولید گرانول با رطوبت زیر ۱۰ درصد ساده ترین نوع اسپری درایر (خشک کن پاششی)، در یک مرحله است.

عوامل مؤثر بر اندازه گرانول

عوامل مختلفی باعث تغییر کیفیت و تغییر اندازه گرانولها میشود. در زیر مهمترین عوامل تأثیرگذار بر روی اندازه گرانول ها ذکر شده است.

راه اندازی اسپری درایر (خشک کن پاششی)

در زیر دستورالعمل کلی برای راه اندازی اسپری درایر (خشک کن پاششی) به صورت شماتیک شرح داده شده است:

نحوه خاموش کردن اسپری درایر (خشک کن پاششی)

برای خاموش کردن اسپری درایر (خشک کن پاششی) نیز نکاتی را باید مدنظر داشت که عبارتند از:

گرانول سازی به روش خشک

با توجه به بحران آب و مسائل زیست محیطی، گرانول سازی به روش خشک توسعه یافته است. در این روش، گرانول با افزودن رطوبت به آمیز تولید می شود.

گرانولهای به دست آمده از روش خشک، ویژگیهایی مشابه با گرانول های به دست آمده از روش تر دارند.

همچنین گرانول های تولید شده با این روش از نظر رفتار جریانی ابی نیز شبیه به گرانول های تهیه شده به روش تر هستند.

مقایسه انرژی و آب مصرفی در گرانول سازی به روش خشک و تر

کاهش قابل ملاحظه آب و انرژی مصرفی مهمترین مزیت گرانول سازی به روش خشک در مقایسه با روش تر است.

ارزیابی گرانول تولید شده

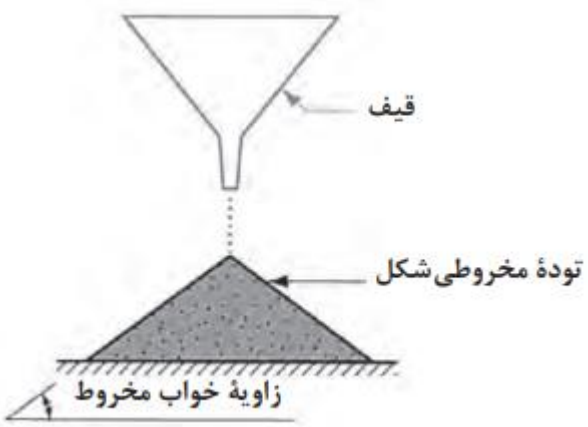
به طور معمول چهار آزمایش جهت بررسی کیفیت گرانول انجام می گیرد که عبارتند از:

۱ـ **درصد رطوبت:** قابل محاسبه با وزن خشک و تر و یا با تجهیزات رطوبت سنجی است.

۲ـ **چگالی**: چگالی و چگالی انباشتگی گرانول ها تعیین می شود.

۳ـ **توزیع اندازه ذرات:** قابل ارزیابی با آزمون الک.

۴ـ **جریان یابی:** با ریختن مقدار مشخصی از پودر بر یک سطح صاف، توده ای مخروطی شکل تشکیل می شود زاویه شیب سطح خارجی مخروط نسبت به سطح افق، به عنوان معیاری برای جریان یابی آن پودر در نظر گرفته می شود. این زاویه با عنوان زاویه خواب مخروط نام برده میشود و هرچه جریانی ابی پودر بیشتر باشد، ذرات به سمت پایین جریان میبابند و زاویه خواب کمتر میشود.



رابطه زاویه خواب مخروط با جریان یابی

جریان یابی گرانول	زاویهٔ خواب مخروط
بسیار زیاد	۲۵ ـ۳۰
خوب	۳۱ـ۳۵
متوسط	۳۶ ـ۴۰
قابل عبور از مجراها	۴۱ـ۵۵
ضعیف (نیاز به ویبره برای عبور یا تخلیه شدن)	>۵۵

پودمان ۵

پرس پودر

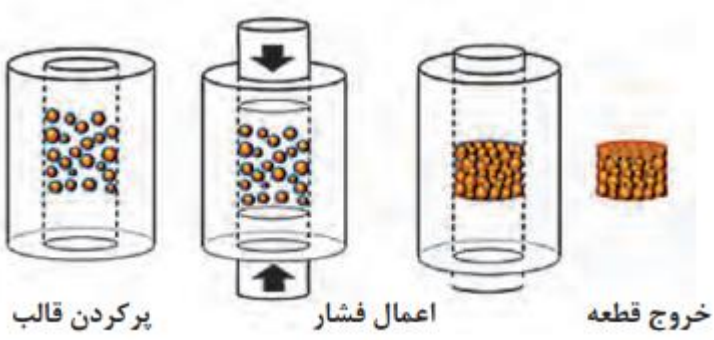
پرس پودر یکی از روش های شکل دهی محصولات سرامیکی است. مهمترین ویژگی بدنه های سرامیکی پرس شده شامل دقت ابعادی، استحکام و چگالی بالا است. سرعت تولید زیاد و کاهش هزینه ها باعث کاربرد گسترده این روش در صنایع سرامیک شده است.

بسیاری از قطعات سرامیکی مانند کاشی ها، آجرهای دیرگداز، دیسک ساینده، چینی شمع اتومبیل، گلوله سرامیکی و کاتالیست های مورد مصرف در صنایع نفت و گاز با روش پرس پودر تولید می شوند.

علاوه بر صنعت سرامیک، در صنایع چوب برای تولید ورق نئوپان و در صنعت متالورژی برای ساخت چرخ دنده ساعت نیز از پرس پودر برای شکل دهی استفاده می‌شود.

نکته: ابعاد قطعات سرامیکی، که به روش پرس پودر تولید می‌شوند، از قطر چند میلی‌متر برای قطعات الکترونیکی تا قطر ۲ متر برای دیسک‌های ساینده سیلیکون کاربایدی متغیر است.

فرایند شکل‌دهی قطعات سرامیکی با روش پرس را می‌توان به طور کلی به سه مرحله تقسیم کرد:



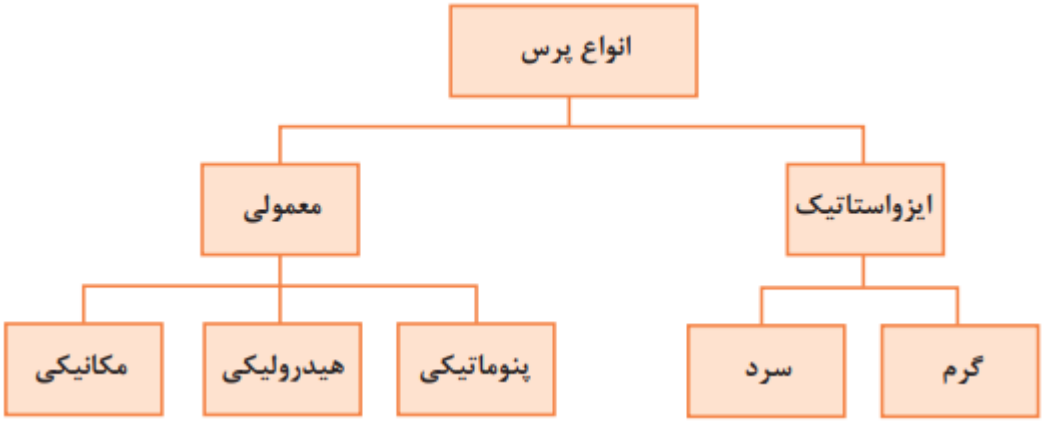
آماده سازی مواد اولیه برای پرس

آماده سازی مواد اولیه برای پرس، با توجه به نوع محصولات، متفاوت بوده و به دو صورت زیر انجام می شود:

۱_ تهیه گرانول توسط اسپری درایر (خشک کن پاششی) یا دیگر تجهیزات گرانول سازی؛

۲_ تهیه مخلوطی از مواد اولیه با اندازه ذرات درشت، متوسط و ریز همراه با افزودنی ها توسط میکسر.

تقسیم بندی انواع پرس



پرس معمولی

در این نوع پرس معمولا از یک یا دو جهت به آمیز در داخل قالب نیرو وارد می‌شود تا به شکل مورد نظر متراکم شود.

نیروی اعمالی می‌تواند به صورت مکانیکی (دستی یا موتور الکتریکی) هیدرولیکی (روغن هیدرولیک) یا پنوماتیکی (هوای فشرده) تأمین شود.

پرس های معمولی انواع متنوعی دارند که شامل دو دسته اصطکاکی و ضربه ای هستند.

پرس اصطکاکی

پرس اصطکاکی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های پرس پودر از نوع مکانیکی است. این پرس از یک پیچ بزرگ و یک چرخ اصطکاکی تشکیل شده است. در اثر اصطکاک بین چرخ و دیسک‌ها، پیچ به سمت پایین یا بالا حرکت میکند و عمل پرسکاری انجام می‌شود. این روش برای تولید موزائیک، آجر نما و دیرگداز به کار می‌رود.

پرس ضربه ای

این پرس‌ها پنوماتیک بوده و برای شکل‌دهی قطعات کوچک مانند جرقه‌زن لوازم گازسوز استفاده می‌شود و سرعت تولید بالایی دارد.

پرس هیدرولیک

در پرس های هیدرولیک فشار توسط یک پمپ به روغن هیدرولیک اعمال شده و سپس از روغن به پیستون منتقل می شود. در نهایت سنبه متصل به پیستون، پودر یا آمیز داخل قالب را متراکم می کند.

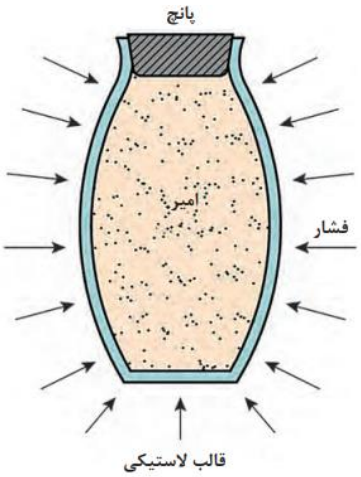
بیشترین فاصله ای را که پیستون یا سنبه می تواند جا به جا شود کورس پرس می گویند.

در پرس تک محور، تراکم یا چگالی در لایه های زیرین قطعه، کمتر از لایه های بالایی است. یکنواختی تراکم قطعات در پرس دومحور افزایش می یابد.

نکته: مقدار نیرو در پرس هیدرولیک از چند کیلوگرم نیرو تا ده هزار تن نیرو متغیر است. یک کیلوگرم نیرو معادل ۱۰ نیوتن است

پرس ایزواستاتیک

طبق قانون پاسکال، اگر به یک سیال نیرو وارد شود آن سیال نیرو را در همه جهات به طور یکسان منتقل می‌کند. از این قانون در پرس ایزواستاتیک استفاده می‌شود تا با اعمال نیروی فشاری یکنواخت، تراکم پودر در تمامی جهات یکسان شود. این نوع پرس به صورت سرد یا گرم انجام می‌شود.



پرس ایزواستاتیک سرد

در پرس ایزواستاتیک که فشار اعمالی از نوع هیدرواستاتیک است، به جای سنبه و قالب فلزی از قالبی با خاصیت الاستیک استفاده می شود ابتدا قالب با آمیز پر و سپس داخل محفظه‌ای توسط یک سیال تحت فشارقرار داده می‌شود.

برای مثال در تولید گلوله‌های آلومینایی لازم است که فشار در تمامی جهات و به یک میزان اعمال شود و به همین دلیل از پرس ایزواستاتیک استفاده می شود. در غیر این صورت گلوله در حین کارکرد به طور غیر یکنواخت ساییده می‌شود و راندمان آسیاب کاهش می‌یابد.

در پرس‌های ایزواستاتیک یک محفظه فشار از جنس فوالد آلیاژی وجود دارد که داخل آن یک توری استیل قرار دارد و قالب های لاستیکی معمولا از جنس پلی یورتان در داخل توری قرار می گیرد.

آب ارزان ترین سیال برای پرس ایزواستاتیک سرد است که برای جلوگیری از خوردگی تجهیزات به آن روغن های حل شونده و عوامل ضد فساد اضافه می کنند.

سیال با فشار معین از تمام جهات به قالب های لاستیکی نیرو وارد می کند و پودر داخل قالب به طور یکنواخت متراکم می‌شود با حذف فشار ایزواستاتیک، قالب به حالت اولیه خود برمی گردد و قطعه پرس شده از قالب خارج می‌شود.

انواع پرس ایزواستاتیک سرد

دستی

اتوماتیک

جنس سنبه (پانچ) و قالب

جنس قالب و سنبه با توجه به میزان سختی آمیز متغیر است.

در صنعت دیرگداز از سنبه و قالب هایی استفاده می شود که از فولاد آلیاژی ساخته شده اند و اگر مواد مصرفی، آلومینا یا سیلیکون کارباید باشد، برای افزایش سختی قالب، پوششی از جنس سخت مانند تنگستن کارباید روی سطح داخلی قالب ها اعمال می‌شود.

کارباید در صنعت کاشی و سرامیک، قالب و سنبه از جنس آلیاژ مخصوص است و سنبه ها دارای آستری از جنس رزین بوده تا از چسبیدن آمیز به سطح سنبه جلوگیری کند. سنبه ها را تا دمای تقریبی ۴۰ تا ۵۰ درجه سلسیوس گرم می کنند تا چسبندگی گرانول به سنبه کاهش یابد. (۱۲۵ _ ۱۲۶)

رطوبت در آمیز پرس

در فرایند پرس مواد سرامیکی، مقدار رطوبت با توجه به روش پرس‌کاری متغیر است

پرس تر

- در این روش آب موجود در گل مصرفی ۱۸ـ۱۲ درصد است.
- برای شکل‌های ساده مانند سفال‌های سقف، ظروف، مقرهٔ بشقابی به‌کار می‌رود.
- جنس قالب این پرس‌ها ممکن است فولادی یا گچی باشد.

پرس نیمه‌خشک

- مقدار رطوبت موجود در آمیز ۹ـ۴ درصد است.
- برای شکل‌دهی بدنه‌هایی که در آمیز آن‌ها مقدار زیادی مواد رسی وجود دارد به‌کار می‌رود.
- ابتدا مواد اولیهٔ مصرفی به شکل دوغاب و سپس به گرانول تبدیل می‌شود.
- این روش برای تولید قطعات با شکل ساده از قبیل دیرگدازها، سرامیک‌های الکتریکی، کاشی دیوار و کف به‌کار می‌رود.

پرس خشک

- مقدار رطوبت موجود در آمیز ۴ـ۰ درصد است.
- برای شکل‌دهی قطعاتی که در آن‌ها مواد رسی وجود ندارد یا به مقدار بسیار کم وجود دارد، به‌کار می‌رود. بنابراین استفاده از چسب‌های آلی برای ایجاد استحکام در بدنهٔ خام لازم است.
- آمیز مصرفی نیاز به آماده‌سازی و ساخت گرانول دارد.

مزایا و معایب روش پرس خشک

پرس خشک	مزایا	با توجه به قابلیت اتوماتیک شدن و سرعت تولید بالا، برای تولید انبوه قطعات دارای صرفه اقتصادی است.
		با توجه به رطوبت ناچیز، انقباض خشک قطعات بسیار کم است، بنابراین دقت ابعادی زیاد خواهد بود.
		در این روش، آمیز با پلاستیسیتهٔ کم هم قابلیت تولید دارد.
	معایب	با توجه به سایش قالب ناشی از آمیز خشک، هزینهٔ تعمیرات و نگه‌داری قالب بالا است.

مراحل پرس قطعه

اعمال نیرو و افزایش تراکم آمیز قالب چند مرحله انجام می‌شود که در هریک از آنها فشار پرس به تدریج افزایش داده می‌شود این مراحل شامل موارد زیر است:

۱_ هواگیری برای خارج کردن هوای بین گرانول یا ذرات آمیز؛

۲_ تغییر شکل گرانول یا ذرات آمیز؛

۳_ شکستن و خرد شدن ذرات آمیز برای افزایش تراکم.

تراکم‌پذیری پودر از پارامترهای مهمی است که درفرایند پرس‌کاری باید درنظر گرفت.

$$\text{تراکم‌پذیری پودر} = \frac{\text{ارتفاع مواد ریخته شده در قالب}}{\text{ضخامت قطعه}} = \frac{\text{حجم مواد ریخته شده در قالب}}{\text{حجم قطعه}}$$

مواد لغزان ساز

به منظور کاهش اصطکاک بین اجزا (آمیز و قالب) از مواد لغزان ساز در پرس کردن آمیز محصولات سرامیکی استفاده می‌شود.

پارافین	اولئیک‌اسید
آلومینیوم استئارات	روی استئارات
منیزیم استئارات	پلی اتیلن گلیلول
سدیم استئارات	تالک
استئاریک اسید	گرافیت

عیوب در قطعات پرس شده

تمامی محصولات با توجه به ماهیت، شکل و روش تولید عیوب خاص خود را دارند. تشخیص عیوب در محصولات، پیش از ارائه به بازار مصرف، دارای اهمیت زیادی است، زیرا خطرات و مشکلاتی را برای مصرف کننده به همراه دارد و در نتیجه اعتماد مصرف کنندگان را به شرکت تولیدی از بین خواهد برد. محصولات سرامیکی نیز از این قاعده پیروی می کنند.

یکنواختی چگالی در قطعات مسطح و قطعات ضخیم باید کنترل شود. یکنواختی چگالی در یک قطعه، با برش آن و تقسیم کردن یک قطعه به قسمت های متعدد و اندازه گیری چگالی هر قسمت قابل بررسی است. در سرامیک های نازک مانند کاشی و صفحات دیر گداز می توان نیز استفاده کرد. این دستگاه با اعمال فشار برروی یک از نفوذ سنج سوزن نافذ، میزان تراکم و نفوذ پذیری قطعه را می سنجد و به عنوان روشی سریع برای تشخیص این عیب به کار گرفته می شود.

تغییر چگالی محصول در زمان های مختلف

ممکن است به دلایل فنی و مکانیکی مربوط به تجهیزات پرس یا تغییر شرایط محیطی مانند دما و رطوبت، فشار پرس و تراکم پذیری مواد در گذر زمان تغییر کند. این مشکل به ویژه با تغییر فصل محسوس تر می‌شود، چرا که در فصول گرم و یا شرایط جوی خشک، مواد زودتر از فصول سرد و یا شرایط جوی مرطوب خشک می شوند.

❖ فصل دوم: نکات مهم تولید سرامیک به روش پرس پودر پایه یازدهم کد ۲۱۱۵۰۹

۱- هدف از فرآوری آماده سازی مواد اولیه برای مصرف در واحد تولیدی است. اولین مرحله در آماده سازی مواد اولیه خردایش سنگها و کلوخه های بزرگ است.

۲- فرایند کاهش ابعاد سنگ ها به دو دستهٔ کلی خردایش (سنگ شکنی) و آسیاب کردن (نرم کردن) مواد تقسیم می شود.

۳- در برخی از مواد اولیه مانند فلدسپات و سیلیس تمام مراحل خردایش انجام میشود و در مورد برخی مواد مانند کلوخه های کائولن تمامی مراحل انجام نمی شود.

٤- معمولا فرایند خردایش فقط با یک دستگاه سنگ شکن عملی نیست این فرایند معمولا در دو یا چند مرحله انجام می شود.

۵- سنگ شکن فکی یکی از رایج ترین سنگ شکن هاست که به عنوان سنگ شکن مقدماتی برای مرحله اول خردایش به کار گرفته میشود. سنگ شکن های فکی از دو فک تشکیل شده اند که معمولا یکی از آنها ثابت و دیگری متحرک است. در برخی از این نوع سنگ شکن ها هر دو فک متحرک است. فاصله بین دو فک در قسمت فوقانی دستگاه دهانه و در بخش تحتانی "گلوگاه" نامیده می شود.

۶- سنگ شکن نوع چرخشی یا ژیراتوری نیز مانند نوع فکی برای مرحله اول خردایش به کار میرود. این نوع سنگ شکن معمولا از یک بدنه ثابت مخروطی شکل (جام)و یک هسته میانی تشکیل شده است.

۷- سنگ شکن مخروطی: از این نوع سنگ شکن برای مرحله دوم خردایش استفاده میشود که به نام "هیدروکن" نیز معروف است و تا حدودی مشابه سنگ شکن نوع چرخشی است.

۸- اصطکاک بین استوانه و سنگ ها اساس کار در سنگ شکن غلتکی است که با ایجاد فشار باعث خردایش سنگ ها می شود.

۹- حرکت چرخشی استوانه های رو به رو با سرعت چرخشی مساوی یا نزدیک به هم بوده و فاصله بین استوانه ها قابل تنظیم است.

۱۰- سنگ شکن پرتابی با اعمال ضربه منجر به شکست و خرد شدن سنگ میشود. سنگ شکن پرتابی در دو نوع با محور (شافت) افقی یا عمودی وجود دارد.

۱۱- عمر ماشین آلات خردایش به درجه سختی مواد و جنس اجزای آنها وابسته است.

۱۲- آسیاب کردن برای دستیابی به ذراتی با اندازه های میکرونی و همچنین برای موادی که در مراحل بعدی تولید یا فروش باید ابعاد ریز داشته باشند انجام می پذیرد در این فرایند، ذرات در بین دو سطح ساینده قرار گرفته و ریز می شوند.

۱۳- آسیاب هایی که به شکل استوانه یا مخروط ناقص حول محور افقی می چرخند آسیاب گردان نام دارند. در صنایع سرامیک، از این آسیاب ها برای ریز کردن مواد سخت و نیمه سخت استفاده می شود.

١٤- به جداره خارجی بال میل «بدنه» گفته میشود. بدنه از ورق فولادی به ضخامت ۱۰ تا ۲۰ میلیمتر تشکیل شده است که به روش نورد کردن به شکل استوانه درمیآید و بر روی اسکلتی فولادی به نام «شاسی» نصب میشود.

۱۵- جدارهٔ داخلی آسیابها در معرض فرسایش شدید ناشی از اصطکاک و ضربهٔ میان مواد خردکننده و خردشونده قرار دارد. در نتیجه لازم است سطح داخلی آسیابهای گردان با یک پوشش از جنس سخت و مقاوم در برابر سایش، فشار و ضربه محافظت شود.

۱٦- سرعت چرخش آسیاب: سرعت دوران آسیاب، بر عمل ریز کردن و همچنین مصرف انرژی تأثیر مستقیم دارد. سرعت چرخش آسیاب باید به گونه ای باشد که در آن گلوله ها بتوانند مقداری بالا رفته و سپس در اثر نیروی جاذبه مجددا به سمت پایین روی یکدیگر بغلتند یا سقوط کنند.

۱۷_ آسیاب کردن مواد در صنعت به دو روش "خشک سابی" و "ترسابی" انجام میشود. مواد در آسیاب کردن به روش ترسابی با حضور یک سیال به شکل دوغاب آسیاب می شوند.

۱۸_ شکل هندسی جارمیل و بالمیل استوانه است. با داشتن ابعاد داخلی استوانه، حجم آن محاسبه میشود. با داشتن سطح قاعده استوانه و ارتفاع داخلی آن میتوان حجم را محاسبه کرد.

۱۹- بارگیری بال میل و جارمیل مجموعه اقداماتی است که منجر به پر کردن مواد و راه اندازی بال میل یا جارمیل می شود. این عملیات شامل توزین مواد، گلوله ها، آب و روان ساز و ریختن آن داخل آسیاب است. پس از ریختن مواد در داخل آسیاب، نوبت به بستن در آن و آماده سازی آسیاب برای روشن کردن است.

۲۰- مقدار رطوبت در مواد اولیه و بدنه های سرامیکی اهمیت بسیاری دارد در صنعت، روش ها و تجهیزات متنوعی برای اندازه گیری و کنترل مقدار رطوبت به کار می رود. مقدار رطوبت بر اساس درصد گزارش می شود و محاسبه آن بر دو مبنای خشک و تر انجام می شود.

۲۱- یکی از مزایای مهم شکل دهی به روش پرس پودر، چگالی بالای قطعه است. در روش پرس پودر، به دلیل درصد رطوبت کم نسبت به روشهای دیگر مانند اکسترود گل پلاستیک یا ریخته گری دوغابی، قطعه چگالی بالاتری دارد و این امر می تواند در افزایش استحکام خام، خشک و استحکام پس از پخت آن موثر باشد.

۲۲- دانه بندی: پودر یا ماسه از مجموعه ای از دانه ها یا ذرات تشکیل شده است با توجه به نوع مواد اولیه، اندازه هر ذره می تواند از چند نانومتر تا چند میکرومتر یا حتی چند میلی متر تغییر کند.

۲۳- ذرات مواد رسی مانند کائولن، ابعادی کوچکتر از ۰/۵ میلیمتر دارند که با چشم قابل رؤیت نیستند. ولی ذرات سیلیس میتواند از چند میکرومتر تا چند میلی متر و حتی بزرگتر نیز وجود داشته باشد.

۲٤- استفاده از الک یکی از متداول ترین روش های دانه بندی ذرات است اساس الک کردن، امکان یا عدم امکان عبور ذرات از میان منافذ با اندازه مشخص است که با تکان دادن (به صورت افقی یا عمودی) و حرکت لرزشی الک انجام می شود.

۲۵- مهمترین موضوع در الکها ابعاد منافذ یا روزنه های الک است. شماره الک ها مطابق با تعداد روزنه ها در هر اینچ خطی مشخص و طبقه بندی میشود که به آن مش الک گفته می شود.

۲٦- به ذراتی که روی الک باقی میماند، ذرات روی الکی یا مانده گفته میشود.

۲۷- ریزترین الک که به طور معمول استفاده میشود، الک با مش ۳۲۵ است که دارای منافذ ٤٤ میکرومتری (۰٤٤/۰ میلیمتر) است. بنابراین ذراتی که از الک مش ۳۲۵ عبور می کنند، از ٤٤ میکرومتر کوچکتر هستند که به آنها ذرات زیرالکی گفته میشود.

۲۸- الک کردن می تواند به صورت خشک یا تر (ذرات معلق در یک سیال) انجام شود.

در روش الک خشک، خاک خشک در بالاترین الک (کوچکترین مش) از مجموعه الک ها قرار داده می شود. در الک تر ذرات ریز دانه یا دوغاب را روی الک می ریزند و با فشار آب ذرات را از الک عبور می دهند. سپس مواد عبوری و مانده روی الک به صورت مجزا خشک و توزین می شوند.

۲۹- آگلومره های کروی شکل و دارای تخلخل کم را گرانول و فرایند تولید آن را به صورت کنترل شده گرانول سازی گویند.

۳۰- گرانول ها جهت تولید محصولات متنوع از قبیل کاشی، پرسلان ها، ظروف غذاخوری، تهیه رنگ ها و لعاب ها کاربرد دارند.

۳۱- گرانول می تواند با کاهش میزان رطوبت قطرات دوغاب یا محلول تولید شود. اسپری درایر نوعی خشک کن است که این فرایند را به واسطه اسپری کردن دوغاب در جریانی از هوای داغ انجام می دهد.

۳۲- انواع افشانک به دو دسته کلی چرخان و نازلی تقسیم می شوند. در نوع چرخان، دوغاب از دریچه های یک محفظه در حال چرخش، در اثر نیروی گریز از مرکز به بیرون پخش می شود در حالی که دوغاب در نوع نازلی آن، تحت فشار، از یک روزنه به بیرون پخش می شود.

۳۳- برای افزایش ظرفیت تولید دستگاه اسپری درایر (خشک کن پاششی) از چندین نازل به صورت حلقه ای در کنار هم استفاده می شود.

۳٤- پمپ های مورد استفاده در اسپری درایر (خشک کن پاششی) باید قدرت بالایی داشته باشند.

۳۵- هوای گرم خارج شده از اسپری درایر (خشک کن پاششی) حاوی برخی از ذرات ریز خشک شده است که باید جدا شوند.

۳٦- زاویه شیب سطح خارجی مخروط نسبت به سطح افق، به عنوان معیاری برای جریان یابی آن پودر در نظر گرفته می شود. این زاویه با عنوان زاویه خواب مخروط نام برده میشود و هرچه جریانی ابی پودر بیشتر باشد، ذرات به سمت پایین جریان میبابند و زاویه خواب کمتر میشود

۳۷- پرس پودر یکی از روش های شکل دهی محصولات سرامیکی است. مهمترین ویژگی بدنه های سرامیکی پرس شده شامل دقت ابعادی، استحکام و چگالی بالا است. سرعت تولید زیاد و کاهش هزینه ها باعث کاربرد گسترده این روش در صنایع سرامیک شده است.

۳۸- اگر مقدار رطوبت آمیز کمتر از محدوده پلاستیک باشد، آمیز حاصل به سادگی شکل پذیر نخواهد بود.

۳۹- ابعاد قطعات سرامیکی، که به روش پرس پودر تولید می‌شوند، از قطر چند میلی‌متر برای قطعات الکترونیکی تا قطر ۲ متر برای دیسک‌های ساینده سیلیکون کاربایدی متغیر است.

٤٠- پرس اصطکاکی یکی از قدیمی‌ترین روش‌های پرس پودر از نوع مکانیکی است. این پرس از یک پیچ بزرگ و یک چرخ اصطکاکی تشکیل شده است. در اثر اصطکاک بین چرخ و دیسک‌ها، پیچ به سمت پایین یا بالا حرکت میکند و عمل پرسکاری انجام می‌شود. این روش برای تولید موزائیک، آجر نما و دیرگداز به کار می‌رود.

٤١- مقدار نیرو در پرس هیدرولیک از چند کیلوگرم نیرو تا ده هزار تن نیرو متغیر است. یک کیلوگرم نیرو معادل ۱۰ نیوتن است.

٤٢- پرس‌های صنعت تولید کاشی به دلیل ضخامت کم محصولات از کورس کوتاهی برخوردارند، درحالی که پرس‌های صنعت دیرگداز به دلیل ضخامت زیاد محصولات، کورس بلندتری دارند.

٤٣- در پرس تک محور، تراکم یا چگالی در لایه های زیرین قطعه، کمتر از لایه های بالایی است. یکنواختی تراکم قطعات در پرس دو محور افزایش می یابد.

٤٣- سیال با فشار معین از تمام جهات به قالب‌های لاستیکی نیرو وارد میکند و پودر داخل قالب به طور یکنواخت متراکم می‌شود. با حذف فشار ایزواستاتیک، قالب به حالت اولیه خود برمی گردد و قطعه پرس شده از قالب خارج می‌شود.

٤٤- در صنعت کاشی و سرامیک، قالب و سنبه از جنس آلیاژ مخصوص است و سنبه ها دارای آستری از جنس رزین بوده تا از چسبیدن آمیز به سطح سنبه جلوگیری کند.

٤٥- تراکم پذیری پودر از پارامترهای مهمی است که درفرایند پرس کاری باید درنظر گرفت.

٤٦- تمامی محصولات با توجه به ماهیت، شکل و روش تولید عیوب خاص خود را دارند. تشخیص عیوب در محصولات، پیش از ارائه به بازار مصرف، دارای اهمیت زیادی است، زیرا خطرات و مشکلاتی را برای مصرف کننده به همراه دارد و در نتیجه اعتماد مصرف کنندگان را به شرکت تولیدی از بین خواهد برد.

٤٧- به منظور کاهش اصطکاک بین اجزا (آمیز و قالب) از مواد لغزان‌ساز در پرس کردن آمیز محصولات سرامیکی استفاده می‌شود.